

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003033804 A

(43) Date of publication of application: 04.02.03

(51) Int. Cl

**B21B 5/00**

**B21B 3/02**

**C21D 8/00**

**F16G 5/16**

**// C22C 38/00**

**C22C 38/44**

(21) Application number: 2002112085

(71) Applicant: NISSHIN STEEL CO LTD

(22) Date of filing: 15.04.02

(72) Inventor: NISHIO KATSUHIDE

(30) Priority: 17.04.01 JP 2001117700

SAKAKI MASAHIKO  
UMAGOE YOSHIYUKI  
HARA KENJI  
TOMIMURA HIROKI

(54) PRODUCTION METHOD OF METASTABLE  
AUSTENITE STAINLESS STEEL BELT FOR  
STEPLESS TRANSMISSION

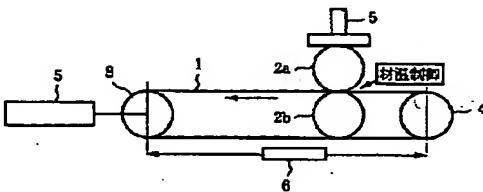
during rolling of a ring is controlled to be within 5 vol.%.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a production method of steel belt for a stepless transmission which is made of metastable austenite stainless steel and constantly has a stable quality and shape.

SOLUTION: When a strip material made by welding a metastable austenite stainless steel in a ring shape is wound round tension and return rolls, the strip material is sent through a gap between work rolls located between the tension and return rolls and is rolled to produce a steel belt for a stepless transmission, the rolling is performed controlling a material temperature variation  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  generated during rolling to be within  $\pm 6.4^{\circ}\text{C}$ . The metastable austenite stainless steel plate with an  $Md(N)$  value defined by the following formula being 20-100 is preferably used.  $Md(N)=580-520\text{C}-2\text{Si}-16\text{Mn}-16\text{Cr}-23\text{Ni}-300\text{N}-10\text{Mo}$  By controlling the material temperature variation  $\Delta T(^{\circ}\text{C})$  generated during rolling to be within the prescribed range, the processing inductive martensite variation  $\Delta\alpha'$



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-33804

(P2003-33804A)

(43)公開日 平成15年2月4日(2003.2.4)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 21 B 5/00  
3/02  
C 21 D 8/00  
F 16 G 5/16  
// C 22 C 38/00 302

F I  
B 21 B 5/00  
3/02  
C 21 D 8/00  
F 16 G 5/16  
C 22 C 38/00 302Z

テマコード(参考)  
4K032

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 6 頁) 最終頁に統く

(21)出願番号 特願2002-112085(P2002-112085)  
(22)出願日 平成14年4月15日(2002.4.15)  
(31)優先権主張番号 特願2001-117700(P2001-117700)  
(32)優先日 平成13年4月17日(2001.4.17)  
(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000004581  
日新製鋼株式会社  
東京都千代田区丸の内3丁目4番1号  
(72)発明者 西尾 克秀  
兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会  
社技術研究所内  
(72)発明者 横 正仁  
兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会  
社技術研究所内  
(74)代理人 100092392  
弁理士 小倉 亘 (外2名)

最終頁に統く

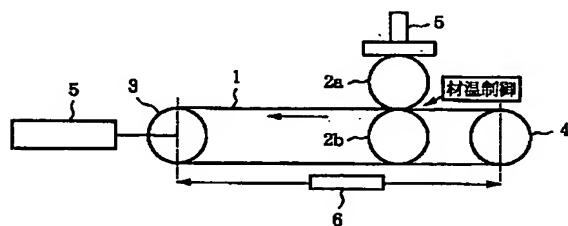
(54)【発明の名称】 準安定オーステナイト系ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法

(57)【要約】

【目的】 準安定オーステナイト系ステンレス鋼板を素材として、常に安定した品質、形状を有する無段変速機用金属ベルトを製造する方法を提供する。

【構成】 準安定オーステナイト系ステンレス鋼板をリング状に溶接した帯状素材をテンションロールおよびリターンロールに巻きかけ、前記テンションロールと前記リターンロールとの間に配置したワーカロールのロールギャップ間に前記帯状素材を送り込み、該帯状素材を圧延して鋼製無段変速機用ベルトを製造する際、圧延中に生じる材料温度の変化量 $\Delta T$  (°C) を、±6, 4 °C の範囲内に抑えながら圧延する。準安定オーステナイト系ステンレス鋼板としては、次式で定義されるMd (N) 値が2.0~1.0の鋼種を使用することが好ましい。

$Md(N)=580 - 520C - 2Si - 16Mn - 16Cr - 23Ni - 300N - 10Mo$   
リング圧延中に生じる材料温度の変化量 $\Delta T$  (°C) を所定の範囲内に抑えることにより、リング圧延中に生成する加工誘起マルテンサイト量の変化量 $\Delta \alpha'$  を5体積%の範囲内に抑えることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 準安定オーステナイト系ステンレス鋼板をリング状に溶接した帯状素材をテンションロールおよびリターンロールに巻きかけ、前記テンションロールと前記リターンロールとの間に配置したワーカロールのロールギャップ間に前記帯状素材を送り込み、該帯状素材を圧延して鋼製無段変速機用ベルトを製造する際、圧延中に生じる材料温度の変化量 $\Delta T$  (°C)を、下記(1)式の範囲内に保つことを特徴とする準安定オーステナイト系ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法。

$$(1) -6.4 \leq \Delta T \leq 6.4$$

【請求項2】 準安定オーステナイト系ステンレス鋼素材として、下記(2)式で定義されるMd (N) 値が20~100の鋼種を使用する請求項1に記載の準安定オーステナイト系ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法。

$$(2) Md(N)=580 - 520C - 2Si - 16Mn - 16Cr - 23Ni - 300N - 10Mo$$

【請求項3】 圧延中に生成する加工誘起マルテンサイト量の変動量が5体積%以内である請求項1または2に記載の準安定オーステナイト系ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、準安定オーステナイト系ステンレス鋼製の帯状素材をリング圧延して無段変速機用ベルトを製造する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】無段変速機用金属ベルトの素材には、強度レベルの高い材料として従来から18Niマルエージ鋼が使用されており、準安定オーステナイト系ステンレス鋼も使用されている(特開2000-63998号公報)。無段変速機用金属ベルトは、通常、プラズマ溶接またはレーザー溶接で帯状素材をベルト状にする溶接工程、帯状素材の母材部と溶接部との硬度差を解消する後熱処理工程、ベルト端面を平滑化するバレル研磨工程、目標板厚に調整するリング圧延工程、ベルト周長を微調整するストレッチ工程、表層の硬度を高めるための時効処理を兼ねた窒化処理工程を経て製造されている。これらの工程を経た金属ベルトは、回転-引張り疲労試験等により疲労特性が評価される。加工硬化および時効処理(歪み時効)で耐力、引張り強さ等の機械的特性が向上する18Niマルエージ鋼やステンレス鋼では、窒化処理によるベルト表層の硬度の上昇効果と冷間加工による機械的特性の向上が相俟って疲労特性が改善される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、18Niマルエージ鋼は、変形抵抗が大きく加工硬化が小さいため、リング圧延時の圧下率を大きく設定しても加工硬化による大きな強度上昇は見込めない。大きな圧下率は、延性

不足に起因して圧延中の素材が破断する原因ともなる。また、準安定オーステナイト系ステンレス鋼も、冷間加工によって加工硬化や歪み時効が生じる鋼種である。準安定オーステナイト系ステンレス鋼は、18Niマルエージ鋼に比較して加工誘起マルテンサイトの生成および残留オーステナイトの加工硬化によって強度が著しく上昇するが、リング圧延時の材料温度に応じて強度上昇の程度が異なっている。特に、リング圧延時に加工発熱や放熱等の影響を受けやすく、リング圧延で得られる金属ベルトの板厚、板幅、断面硬度等が製造時期に応じて変動することがある。

【0004】このようなことから、無段変速機用ベルトに要求される材料強度をリング圧延で安定して得ることは、準安定オーステナイト系ステンレス鋼素材の機械的性質の面からも限界があった。そこで、本発明はこのような問題を解消すべく案出されたものであり、準安定オーステナイト系ステンレス鋼素材をリング圧延して無段変速機用金属ベルトを製造する際、素材の温度変化を適正に管理することにより、品質、形状の安定した無段変速機用金属ベルトの製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の準安定オーステナイト系ステンレス鋼製無段変速機用ベルトの製造方法は、その目的を達成するため、準安定オーステナイト系ステンレス鋼板をリング状に溶接した帯状素材をテンションロールおよびリターンロールに巻きかけ、前記テンションロールと前記リターンロールとの間に配置したワーカロールのロールギャップ間に前記帯状素材を送り込み、該帯状素材を圧延して鋼製無段変速機用ベルトを製造する際、圧延中に生じる材料温度の変化量 $\Delta T$  (°C)を、下記(1)式の範囲内に保つことを特徴とする。

$$(1) -6.4 \leq \Delta T \leq 6.4$$

準安定オーステナイト系ステンレス鋼素材としては、下記(2)式で定義されるMd (N) 値が20~100の範囲にある鋼種を使用することが好ましい。

$$(2) Md(N)=580 - 520C - 2Si - 16Mn - 16Cr - 23Ni - 300N - 10Mo$$

一定のMd (N) 値および圧下率のもとで特定の材料温度に設定してリング圧延し、所定量の加工誘起マルテンサイトを生成させようとした時、材料温度の変化量 $\Delta T$  が±6.4°Cの範囲内に収まるように雰囲気条件を設定して圧延すると、加工誘起マルテンサイト生成量の変動を5体積%以内に收めることができる。

## 【0006】

【作用】準安定オーステナイト系ステンレス鋼板を冷間加工すると、加工誘起マルテンサイトが生成するとともに残留オーステナイトの加工硬化によって強度が上昇する。また、一般に準安定オーステナイト系ステンレス鋼では、加工誘起マルテンサイトの生成量は、冷間加工時

の加工温度T、 $M_d(N)$ 値、圧下率Rによって変化する。例えば、 $M_d(N)$ や圧下率Rが一定の条件下では、加工温度Tの低下に従って加工誘起マルテンサイト量が増加し、材料強度が上昇する。

【0007】このように材料強度は加工誘起マルテンサイト量に依存しているので、材料強度の加工誘起マルテンサイト量に対する依存性は、目標疲労特性を付与する際の指標として利用できる。例えば、一定の疲労強度に必要な加工誘起マルテンサイト量がわかっている場合、リング圧延で生成する加工誘起マルテンサイト量が予め把握できることと、当該加工誘起マルテンサイト量を得る材料温度T、相当歪みε、圧下率R等の圧延条件の設定が可能である。しかしながら、リング圧延時に加工発熱や放熱等の影響を受けやすく、材料温度Tが圧延環境の変化に応じて変動することがある。そこで本発明は、このような準安定オーステナイト系ステンレス鋼の加工温度依存性に対し、リング圧延を特定の温度範囲に保った雰囲気内で行うか、あるいはワーカロール直前の材料温度を特定の温度範囲に保った状態でリング圧延を行い、圧延に伴う材料温度の変化を抑えて生成する加工誘起マルテンサイト量のバラツキをなくし、無段変速機用金属ベルトの品質、形状を安定化させたものである。

【0008】なお、本発明で使用する準安定オーステナイト系ステンレス鋼としては、 $M_d(N)$ 値が20～100にある鋼種が好ましい。 $M_d(N)$ 値が20未満の鋼組成では、ベルト製造段階において、リング圧延等の冷間加工を工業的に非常に困難な低温で実施しない限り、強度向上に寄与するに十分な量の加工誘起マルテンサイトが生成しない。また、無段変速機用ベルトとして使用する際に、疲労特性向上に有効なオーステナイト→マルテンサイトの変態が十分に進行しない。さらに、オーステナイトが安定するために、鋼板表面部のマルテンサイト量が80体積%以上にならず、60体積%以上の安定値も得られ難い。その結果、時効空化処理時に表面空化が十分に進まず、耐摩耗性や疲労強度の飛躍的な向上が望めない。他方、 $M_d(N)$ 値が100を超える鋼組成では、無段変速機用金属ベルトとして使用する際の「変形」によって、マルテンサイトが早く生成され過ぎ、却って疲労特性が低下する虞がある。

【0009】

【実施の態様】リング圧延には、図1に示すように、例えば上下1組のワーカロール2a、2b、張力を付与するためのテンションロール3、リターンロール4を備えた圧延機が使用される。上下一対のワーカロール、バックアップロールを備えた4Hi圧延機も使用できる。リング圧延に際しては、圧延荷重、張力、ワーカロール周速等の圧延条件が設定される。リング状に成形された帯状素材1は、テンションロール3で一定張力が付与された状態でワーカロール2a、2bのロールギャップに送り込まれ、無限軌道を走行しながら減厚される。減厚に

伴って帯状素材の周長が長くなるので、一定張力が維持されるようにロール3、4の中心間距離を調整する。ワーカロール2a、2bやテンションロール3に作用する荷重はロードセル5で制御され、帯状素材1の周長は、距離計6を用いたテンションロール3、リターンロール4の径およびロール3、4の中心間距離から算出される。

【0010】材料温度Tは、例えば図2に示すような温度制御機構によって所定範囲に維持される。当該温度制御機構では、ワーカロール2a、2bのロールギャップに送り込まれる直前の帯状素材1の温度を非接触放射温度計9で測定し、温度測定値をデジタル指示調節計7に出力し、熱風発生器8から加熱ボックス10に送り込まれる熱風および加熱ボックス10から熱風発生器8に送り返される熱風の風量をデジタル指示調整計7からの制御信号で制御する。併せて、圧延雰囲気自体を一定の温度域に保持して材料温度の変化を極力抑える。

【0011】冬季等の比較的低い温度でリング圧延する場合と、夏季等の比較的高い温度でリング圧延する場合とでは、その時の雰囲気温度が異なる。その結果、加工発熱に対する放熱の度合いが異なるので、準安定オーステナイト系ステンレス鋼を用いた場合は、同一の圧延条件であっても製造の時期によって加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ が変動する。加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ の変動は、帯状素材1の変形抵抗を変化させ、結果的には板厚や板幅等の形状変化や硬度変化となって製品金属ベルトに持ち込まれる。

【0012】図3に見られるように、 $M_d(N)$ 値や圧下率Rを一定にして帯状素材を圧延すると、製造された金属ベルトの組織に占める加工誘起マルテンサイトの割合は、圧延中の材料温度Tが低下するほど増加する。加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ の増加に伴って、金属ベルトの断面硬度も高くなる。材料温度Tが一定で、圧下率Rや $M_d(N)$ 値を大きくした場合でも、加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ が増加する傾向にある。

【0013】すなわち、リング圧延中の材料温度T、 $M_d(N)$ 値および圧下率Rの3条件が相互に関係して金属ベルトの加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ が定まる。材料温度T、 $M_d(N)$ 値および圧下率Rが加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ に及ぼす影響を示した図3の関係を重回帰式により整理することにより、加工誘起マルテンサイト量 $\alpha'$ 、材料温度T、 $M_d(N)$ 値および相当歪みεの間に次の(3)式の関係が成立していることを見出した。

$$(3) \quad \alpha' = -0.3913T + 0.5650M_d(N) + 60.46\epsilon - 10.8$$

なお、相当ひずみεは、圧下率Rを因子として次の(4)式で定義される。

$$(4) \quad \epsilon = \sqrt{4(\ln(1-R))^2 / 3}$$

【0014】ところで、(3)式における $M_d(N)$ 値

および相当歪み  $\varepsilon$  は、リング圧延に使用する素材鋼種および圧下率 R で決まる定数として扱うことができる。一方、材料温度 T はリング圧延中の発熱、放熱あるいは季節による雰囲気温度の影響を受けて変動することから変 \*  
 (5)  $\alpha' = -0.3913T + A + B$

さらに、リング圧延中の材料温度の変化量  $\Delta T$  やび加工誘起マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  を指標にとり定数 A, B を消去すると、次の(6)式が得られる。

$$(6) \Delta \alpha' = -0.3913 \Delta T$$

【0015】リング圧延における材料の設定温度を 0 °C, 25 °C, 50 °C でそれぞれ一定にした場合の加工誘起マルテンサイト量は、図 4 に示すようにいずれの温度でも 5 体積% 程度のバラツキが発生している。そこで、リング圧延における材料温度 T を特定温度に設定してリング圧延した場合に生じる加工誘起マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  は、バラツキによる変動量を考慮すると次の(7)式で表わされる。そしてこの(7)式を(6)式に代入して整理すると(1)式が得られる。

$$(7) -2.5 \leq \Delta \alpha' \leq 2.5$$

$$(1) -6.4 \leq \Delta T \leq 6.4$$

【0016】(1)式は、一定の Md (N) 値および圧下率 R のもとで特定の材料温度に設定してリング圧延した場合、加工誘起マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  は 5 体積% のバラツキの範囲内に収まり、常に安定した品質特性を有した金属ベルトが得られる材料温度の変化量  $\Delta T$  の許容範囲を示している。換言すると、リング圧延時に帯状素材 1 の材料設定 T を ±6.4 °C の温度範囲内に制御することにより、加工誘起マルテンサイト量の変化量  $\Delta \alpha'$  が 5 体積% の範囲内に収まり、品質、形状が常に安定した金属ベルトが得られる。

#### 【0017】

【実施例】リング圧延には、直径 7.5 mm のテンションロール 3, リターンロール 4 を備え、二段に組んだ直径 7.0 mm のワークロール 2 a, 2 b をロール 3, 4 の間に配置した圧延機を使用した。帯状素材 1 として、板厚 0.35 mm, 板幅 15 mm の準安定オーステナイト系ステンレス鋼帶を使用した。この準安定オーステナイト鋼は、C : 0.086 質量%, Si : 2.63 質量%, Mn : 0.31 質量%, Ni : 8.25 質量%, Cr : \*

\* 数と考えることができる。したがって、(3)式の加工誘起マルテンサイト量  $\alpha'$  は、次の(5)式のような材料温度 T のみに依存する関数に置き換えられる。

(A, B は定数)

※ 13.73 質量%, Cu : 0.175 質量%, Mo : 2.24 質量%, N : 0.064 質量% を含み、Md (N) 値が 74.03 で、時効処理後に加工誘起マルテンサイト + オーステナイトの複相組織をもつ鋼種である。

【0018】この準安定オーステナイト系ステンレス鋼帶をレーザー溶接してリング状とし、周長 611 mm の帯状素材 1 を用意した。帯状素材 1 をテンションロール 3, リターンロール 4 にかけ、5 kgf 程度の張力を付与した状態で帯状素材 1 をワークロール 2 a, 2 b のロールギャップに送り込んでリング圧延した。最大圧延荷重を 3 トン、ワークロール 2 a, 2 b の周速を 2 m/ 分、テンションロール 3 の張力を 200 kgf に設定し、圧延中に圧延荷重、張力を制御しながら、帯状素材 1 を周長 1070 mm, 板厚 0.20 mm の金属ベルトに圧延した。このときの圧下率 R は 42.9%、相当ひずみ  $\varepsilon$  は 0.647 であった。併せて雰囲気温度を 10 °C, 30 °C に調節しながら、加熱ボックス 10 を使用して、帯状素材 1 の表面温度を非接触放射温度計 9 で測定しながら材料温度 T を 10 ± 0.5 °C, 30 ± 0.5 °C に調節してリング圧延した。また比較のために、材料温度 T を制御しない条件でもリング圧延を行った。

【0019】実験の結果、材料温度を制御しない条件で帯状素材をリング圧延したものは、ワークロール 2 a, 2 b の入側直前の位置での材料温度 T が 10 °C の場合も 30 °C の場合も、ワークロールの出側付近でそれぞれ約 10 °C 程度加工発熱による温度上昇が生じていた。また、製造された金属ベルトの板厚、板幅、断面硬度を円周方向の各部で測定し、その偏差量を調査した。表 1 の調査結果に示すように、本発明にしたがって材料温度 T を制御した金属ベルトでは、板厚、板幅、断面硬度のバラツキが小さく、材料温度 T を制御しない場合に比較して半分以下の偏差量になっていることがわかった。

#### 【0020】

表 1 : 材料温度 T の制御が板厚、板幅、断面硬度の偏差に及ぼす影響

	材料温度 T : 10 ± 0.5 °C		材料温度 T : 30 ± 0.5 °C	
温度制御の有無	あり	なし	あり	なし
板厚偏差(μm)	2.0	4.4	5.1	6.8
板幅偏差(μm)	17	52	19	48
硬度偏差(μm)	4.5	9.8	5.9	14.7

#### 【0021】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によりリ

ング圧延中の材料温度の変化量  $\Delta T$  を制御することにより、リング圧延中に生成する加工誘起マルテンサイト量

の変化量  $\alpha'$  が 5 体積% の範囲内の抑えることができ、品質、形状の安定した準安定オーステナイト系ステンレス鋼製金属ベルトを製造することができた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 リング圧延装置の概略図

【図 2】 温度制御機構のブロック図

【図 3】 加工誘起マルテンサイトの生成量に及ぼす  $M_d$  (N) 値および圧延温度の関係を表わしたグラフ

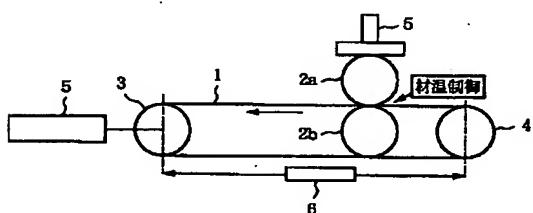
【図 4】 加工誘起マルテンサイトの生成量に及ぼす材料温度の影響を表わすグラフ

\* 【符号の説明】

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1 : リング状に成形した帯状素材 | 2 a : 上ワークロール |
| 2 b : 下上ワークロール    | 3 : テンションロール  |
| 4 : リターンロール       | 5 : ロードセル     |
| 6 : 距離計           | 7 : デジタル指示調節計 |
| 8 : 热風発生器         | 9 : 非接触放射温度計  |
| 10 : 加熱ボックス       |               |

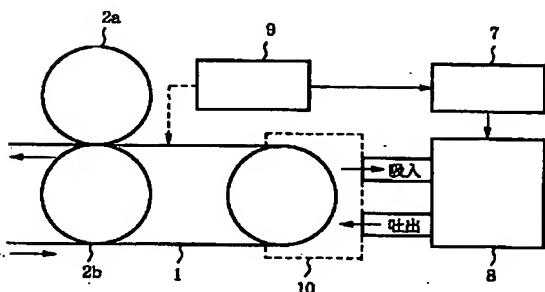
\*10

【図 1】

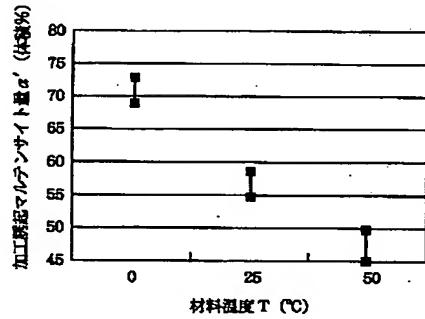
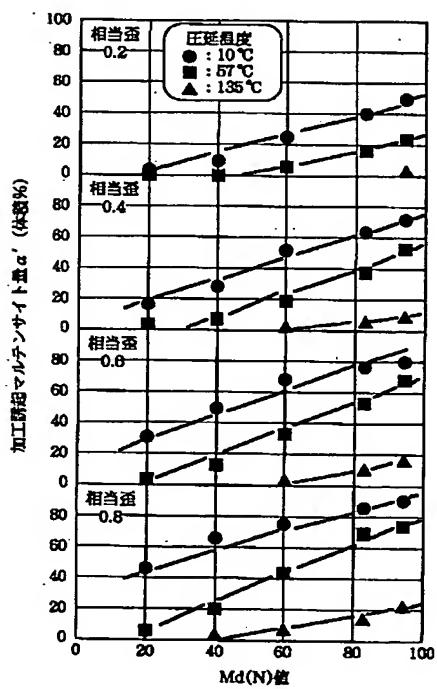


【図 3】

【図 2】



【図 4】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号  
C 22 C 38/44

F I テーマコード(参考)  
C 22 C 38/44

(72)発明者 馬越 義幸  
兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会  
社技術研究所内  
(72)発明者 原 健治  
兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会  
社技術研究所内

(72)発明者 富村 宏紀  
山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製  
鋼株式会社ステンレス事業本部内  
F ターム(参考) 4K032 AA04 AA05 AA12 AA13 AA14  
AA16 AA20 AA21 AA24 AA25  
AA32 BA01 CG01 CH03